

CÁLCULO DEL TIEMPO DE VIDA ÚTIL DE MELONES (*Cucumis melo* L.) VARIEDAD CANTALOUPE, CORTADOS, CON RECUBRIMIENTO COMESTIBLE A BASE DE GELATINA, MEDIANTE UN MODELO DE SUPERFICIE DE RESPUESTA

CALCULATION OF SHELF LIFE FROM FRESH-CUT MELON (*Cucumis melo* L.) VARIETY CANTALOUPE WITH EDIBLE GELATINE BASED COATING BY A SURFACE RESPONSE MODEL

MHAO JOSÉ LEONETT¹, CARLOS ÁLVAREZ ARENAS¹, NELSON BRACHO²

Universidad de Oriente, Núcleo de Nueva Esparta, ¹Departamento de Tecnología de Alimentos, ²Departamento de Estadística.

E-mail: mjleonett@aim.com; carlosudo@hotmail.com; nelson.bracho@ne.udoedu

RESUMEN

Se modeló el crecimiento de los mohos y levaduras en función del tiempo, en los melones con recubrimiento comestible con diferentes concentraciones de sorbato de potasio y benzoato de sodio, almacenados a $3 \pm 0,2^\circ\text{C}$, usando el modelo de Baranyi y Roberts. Posteriormente se modeló la tasa de crecimiento de los mohos y levaduras en función de la concentración de los conservantes mediante la metodología de superficie de respuesta. Para evaluar la bondad de ajuste de los modelos se usó el coeficiente de correlación (R^2), la raíz del cuadrado medio del error (RCME), el factor de sesgo (B_p) y el factor de Exactitud (A_p). Los resultados mostraron un ajuste significativo de los datos de crecimiento microbiano a un modelo cuadrático ($p = 0,0005$). El mayor tiempo de vida útil de los melones (9,57 d con $N_0 = 3 \text{ Log UFC/g}$) se obtuvo con el tratamiento que contenía 340 ppm de sorbato de potasio y 340 ppm de benzoato de sodio. El modelo de superficie de respuesta mostró un efecto antagónico de la concentración de conservantes en la velocidad de crecimiento de los mohos y levaduras.

PALABRAS CLAVE: Melón cortado, recubrimiento comestible, vida útil, superficie de respuesta.

ABSTRACT

The growth of molds and yeasts was modeled as a function of time in the cantaloupe with edible coating with different concentrations of potassium sorbate and sodium benzoate, stored at $3 \pm 0,2^\circ\text{C}$, using the Baranyi and Roberts model. Afterwards, the growth rate of molds and yeasts was modeled as a function of concentration of preservatives by means of the response surface methodology. To evaluate goodness of fit of the response surface model, the correlation coefficient (R^2), root of the mean square error (RCME), bias factor (B_p) and accuracy factor (A_p) were used. The results showed that microbial growth data had a significant fit to a quadratic model ($p = 0,0005$). The longest shelf life of melons (9,57 d with $N_0 = 3 \text{ Log CFU/g}$) was obtained with the treatment containing 340 ppm potassium sorbate and 340 ppm sodium benzoate. The response surface model showed an antagonistic effect of the concentration of preservatives upon the growth rate of molds and yeasts.

KEY WORDS: Cut melon, edible coating, lifetime, response surface.

INTRODUCCIÓN

El melón (*Cucumis melo*) es una planta herbácea monoica de la familia de las calabazas (Cucurbitaceae). La planta es una enredadera grande, de tallo blando, con hojas en forma de mano que sostiene flores amarillas de un solo sexo (Lorenz 2008).

Los frutos de la planta de melón aparecen entre 85 y 95 d, éstos son esféricos, ligeramente aplastados, de pesos comprendidos entre 700 y 1200 g, de costillas poco marcadas, piel fina y pulpa de color naranja, dulces (11 a 15 °Brix) y de aroma característico (Infoagro 2008). El almacenamiento postcosecha del melón requiere bajas

temperaturas (2,2 a 5,0 °C) y una humedad relativa alta (90 a 95 %); con estas condiciones se puede esperar que el tiempo de vida postcosecha sea de 12 a 15 d sin embargo, este periodo de tiempo disminuye considerablemente después de cortar el fruto (Suslow *et al.* 2002).

Para prolongar el tiempo de vida útil de las frutas frescas cortadas se han desarrollado tecnologías como los recubrimientos comestibles, definidos como capas delgadas, formadas a partir de biopolímeros (proteínas o polisacáridos), que son aplicadas sobre la superficie del fruto y que se comportan principalmente como barreras que reducen la difusión de gases (O_2 , CO_2 , vapor de agua), evitando las pérdidas de humedad y de aromas, el

cambio de color, entre otros (Trejo *et al.* 2007).

Yu (2004) afirma que se pueden incorporar diversos materiales dentro de los recubrimientos comestibles, como aditivos plastificantes, surfactantes y emulsificantes, antioxidantes y/o conservantes. Por otro lado, según Alzamora *et al.* (2004) los conservantes más comunes en productos vegetales son el ácido sórbico y sus sales, el benzoato de sodio y los compuestos sulfitados.

Según Raybaudi *et al.* (2008), la incorporación de benzoato de sodio y/o sorbato de potasio en los recubrimientos comestibles se inició debido a la asociación de *E. coli* O157:H7 y de diferentes serotipos de *Salmonella*, con el brote de enfermedades por el consumo de alimentos de origen vegetal ocurridas entre 1950 y 2003; estos hechos sumados a brotes de enfermedades causadas por el consumo de carne contaminada contribuyeron con el inicio de la modelación del crecimiento microbiano en los frutos con recubrimiento comestible.

Li *et al.* (2007) expresan que la modelación del crecimiento microbiano puede ser usada para predecir los cambios de las poblaciones microbianas en los frutos mínimamente procesados durante su procesamiento y estimar su tiempo de vida útil durante su almacenamiento.

En este sentido, el objetivo de esta investigación fue modelar la tasa de crecimiento de los mohos y levaduras en los melones variedad Cantaloupe con recubrimiento comestible mediante la metodología del análisis de superficie de respuesta.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materia prima

Se emplearon 20 melones (*Cucumis melo* L. variedad Cantaloupe) procedentes de Barquisimeto, estado Lara, los cuales fueron previamente seleccionados, tomándose como criterios la apariencia externa, tamaño, color, estadio de maduración, ausencia de daños mecánicos en la piel, deterioro y suciedad. Posteriormente éstos fueron trasladados al laboratorio LB-107 del Departamento de Tecnología de Alimentos ubicado en la población de Boca del Río, estado Nueva Esparta, donde se efectuó higienización con agua clorada a 200 ppm, por un lapso de 2 min, según recomendaciones de Cordeiro *et al.* (2007).

Preparación de las soluciones de recubrimientos

Para preparar las soluciones de los recubrimientos se

utilizó gelatina en polvo grado analítico (Redel-Dehaenag Seelze Hannover). Los aditivos que se emplearon en la preparación del recubrimiento fueron: ácido ascórbico al 0,5% peso/volumen como antioxidante, glicerol al 10% volumen/volumen como plastificante y sorbato de potasio y/o benzoato de sodio como antimicrobiano, cuyas concentraciones se calcularon a través de un diseño central rotatable para superficie de respuesta con 3 bloques centrales (Design-Expert 6.0.6) (Tabla 1), al cual se le fijó la concentración mínima y máxima de los conservantes según indicaciones de Smith y Hong (2003).

Tabla 1. Contenido de sorbato de potasio y benzoato de sodio en cada uno de los recubrimientos comestibles.

Tratamiento	Sorbato de potasio (ppm) (X_1)	Benzoato de sodio (ppm) (X_2)
1	200	400
2	200	0
3	400	200
4	60	340
5	0	200
6	200	200
7	60	60
8	340	340
9	200	200
10	200	200
11	340	60

La gelatina fue preparada diluyéndola en agua destilada hasta alcanzar una concentración de 4 % peso/volumen, a una temperatura de 60 °C, con agitación constante; se dejó enfriar hasta 30 °C, luego se adicionó el glicerol, el ácido ascórbico y el sorbato de potasio y/o el benzoato de sodio en las cantidades correspondientes, mezclando constantemente hasta obtener una solución homogénea y transparente, seguidamente se llevó a refrigeración hasta 25 °C, quedando lista para aplicar inmediatamente, según lo establecido por Herrera *et al.* (2005).

Preparación de las muestras de melones cortados

Después de la higienización de los melones, se procedió a su pelado y cortado; en cada fruto se eliminó la concha y las semillas usando un cuchillo de acero inoxidable, luego se cortaron en rodajas, seguidamente éstos se sumergieron en una solución clorada a 20 ppm por 30 s, y después se dejaron drenar por 2 min a temperatura ambiente (Petit *et al.* 2004).

Análisis de los melones cortados con recubrimiento comestible

Se emplearon 11 unidades experimentales las cuales

fueron almacenadas a temperatura de refrigeración ($3 \pm 0,2$ °C). Cada unidad experimental estuvo conformada por 600 g de melón.

A los melones cortados con recubrimiento comestible se le hicieron análisis microbiológicos, y para éstos se tomó al azar un envase (bandeja de plástico transparente de $232 \times 170 \times 48$ mm) de cada tratamiento, en los tiempos 0, 5, 10, 15 y 21 d. Todos los análisis se realizaron por triplicado.

Análisis microbiológico

A los melones cortados con recubrimiento se les determinó mohos y levaduras en los tiempos estudiados. Para ello las muestras fueron preparadas siguiendo el protocolo descrito en la norma COVENINN° 1126 (1989), denominada "Identificación y preparación de muestras para análisis microbiológicos". Primero se identificaron los melones y se tomó una porción de aproximadamente $50 \pm 0,1$ g, luego se añadió 50 mL de agua peptonada al 1% como diluyente, posteriormente, en una licuadora se homogeneizó la muestra y se dejó en reposo por un lapso de tiempo de 3 min. Después se midió 1 mL de la muestra y transfirió a un frasco que contenía 99 mL del diluyente;

se agitó la solución en un ángulo de 45° unas 25 veces y por último se realizaron las diluciones que facilitaron el conteo de los microorganismos.

Para el recuento de mohos y levaduras se emplearon placas Petrifilm 3M, en las cuales se inoculó 1 ml de la dilución de la muestra, se incubaron a temperatura ambiente y se realizó el recuento de colonias después de 3 días de la inoculación. Durante el recuento de colonias las levaduras fueron identificadas por presentar una coloración azul, un tamaño pequeño y bordes definidos, en cambio, los mohos se reconocieron por ser grandes, de centro oscuro y forma difusa. El rango de recuento en la placa fue de 50 a 150 UFC/g; cuando el recuento excedía este rango, se estimó el recuento contando el número de colonias en 1 cm² de la placa y multiplicando este valor por 30 (Beuchat 1991).

Modelado

El modelado del crecimiento microbiano bajo condiciones determinadas y el cálculo de la tasa de crecimiento (μ) se hizo a través del modelo de Baranyi y Roberts utilizando el programa DMFit 2.0. (ver Ecuaciones 1, 2 y 3).

$$y = y_0 + \frac{y_1}{\ln(10)} + \frac{y_2}{\ln(10)} \quad (1)$$

$$y_1 = \mu_m t + \ln[e^{-\mu_m t} - e^{-\mu_m(t+t_{lag})} + e^{\mu_m t_{lag}}] \quad (2)$$

$$y_2 = \ln[1 + 10^{(y_0 - y_{max})} (e^{-\mu_m(t-t_{lag})} - e^{-\mu_m t_{lag}})] \quad (3)$$

Donde y_0 y y_{max} son la concentración inicial y final de microorganismos, respectivamente, μ_m es la tasa de crecimiento y t_{lag} es la duración de la fase de latencia.

Para modelar la influencia de los factores medioambientales de cada tratamiento en el crecimiento de los microorganismos se aplicó un análisis de superficie de respuesta (ver Ec. 4) en el que el ajuste del modelo y la contribución de sus variables fue estudiado a través de un ANOVA simple, haciendo uso del paquete estadístico Design-Expert 6.0.6.

$$\mu_m = \beta_0 + \sum_{i=1}^k \beta_i x_i + \sum_{i=1}^k \beta_{ii} x_i^2 + \sum \sum_{i < j}^k \beta_{ij} x_i x_j + \epsilon \quad (4)$$

Donde μ_m es la variable respuesta (tasa de crecimiento), β_0 es el intercepto del eje, β_i , β_{ii} y β_{ij} son las diferentes constantes del modelo; x_i es el código de las variables independientes relacionadas a los factores y ϵ es el error experimental del modelo.

Bondad de ajuste del modelo de superficie de respuesta

Para validar el modelo de superficie de respuesta se determinó el coeficiente de correlación, la raíz del cuadrado medio del error (RCME) (Baert *et al.* 2007), el factor de sesgo (B_f) (Ross 1996) y el factor de exactitud (A_f) (Ross *et al.* 2005) (ver Ecuaciones 5, 6 y 7).

$$RCME = \sqrt{\frac{\sum(Obs - Pred)^2}{n}} \quad (5)$$

$$B_f = 10^{\left(\frac{\sum \log\left(\frac{Obs}{Pred}\right)}{n}\right)} \quad (6)$$

$$A_f = 10^{\left(\frac{\sum \left|\log\left(\frac{Obs}{Pred}\right)\right|}{n}\right)} \quad (7)$$

Donde *Obs* son los valores observados de la velocidad específica de crecimiento ajustada por el modelo de Baranyi y Roberts, *Pred* son los valores de la tasa de

crecimiento predichos por el modelo de superficie de respuesta.

Determinación del tiempo de vida útil de los melones cortados con recubrimiento comestible.

El tiempo de vida útil (TVU) fue calculado usando el análisis de superficie de respuesta, tomando como referencia que el producto está deteriorado cuando alcanza una concentración de mohos y levaduras de 10^6 UFC/g (Raybaudi *et al.* 2008); el tiempo que tarda el producto para alcanzar dicha concentración de mohos y levaduras fue calculado a través de la ecuación propuesta por Cabeza (2008) (ver Ec. 8).

$$TVU = \frac{(\log y_{max} - \log y_0)}{\mu_m} \quad (8)$$

Donde TVU es el tiempo de vida útil, y_0 y y_{max} y son la concentración inicial y final de microorganismos, respectivamente y μ_m es la tasa de crecimiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tasa de crecimiento observada

Después de contar el número de microorganismos en cada tratamiento, se ajustaron 11 curvas de crecimiento de mohos y levaduras a través del programa DMFit usando la función de Baranyi y Roberts. En la Tabla 2 se pueden observar las tasas de crecimiento calculados, así como los coeficientes de correlación (R^2) que en su mayoría fueron superiores a 0,95 ($R^2 > 0,95$) lo que según Dong *et al.* (2007) indica que el modelo de Baranyi y Roberts es capaz de producir un ajuste adecuado del crecimiento de mohos y levaduras en los melones cortados y con recubrimiento comestible almacenados en refrigeración.

Li *et al.* (2007) afirman que el modelo de Baranyi y Roberts es uno de los modelos más eficientes, debido a que realiza un ajuste de la transición del periodo de adaptación a la fase de crecimiento exponencial y a la

$$\mu = 0,4219 + 1,9655 \times 10^{-4} \cdot X_1 + 3,9925 \times 10^{-5} \cdot X_2 - 8,4641 \times 10^{-7} \cdot X_1^2 - 7,8646 \times 10^{-7} \cdot X_2^2 + \epsilon \quad (9)$$

Bondad de ajuste de los modelos de superficie de respuesta

Los parámetros de la bondad de ajuste de los modelos de superficie de respuesta estimados en esta investigación se pueden ver en la Tabla 3, observándose que se obtuvieron valores de $B_f = 1,0005$, $A_f = 1,0130$, $R^2 = 0,9836$ y $RCME = 3,1311 \times 10^{-5}$, para el cuadrático,

fase estacionaria de la curva de crecimiento. Por otra parte, McDonald y Sun (1999) señalan que el modelo de Baranyi y Roberts a diferencia del modelo de Gompertz describe el crecimiento microbiano cuando parámetros como el pH, actividad de agua y temperatura cambian con el tiempo, es decir, es aplicable bajo condiciones medioambientales dinámicas.

Tabla 2. Tasas de crecimiento observadas (*Obs*) y predichas (*Pred*) de mohos y levaduras en cada tratamiento.

Benzoato de sodio (ppm) (X_1)	Sorbato de potasio (ppm) (X_2)	μ (d^{-1})	
		<i>Obs</i> (R^2)	<i>Pred</i>
340	340	0,3029 (0,9647)	0,3135
200	400	0,3214 (0,9534)	0,3175
400	200	0,3522 (0,9379)	0,3416
60	340	0,3586 (0,9581)	0,3533
340	60	0,3860 (0,9581)	0,3904
0	200	0,3941 (0,9457)	0,3984
200	200	0,4005 (0,9994)	0,4039
200	200	0,4027 (0,9897)	0,4039
200	200	0,4084 (0,9983)	0,4039
200	0	0,4296 (0,9823)	0,4273
60	60	0,4301 (0,9542)	0,4302

Ajuste del modelo de superficie de respuesta

El ANOVA del modelo de superficie de respuesta mostró que los datos obtenidos a través del modelo de Baranyi y Roberts se ajustaron adecuadamente ($p < 0,05$) a un modelo cuadrático de superficie de respuesta.

En la ecuación polinomial cuadrática del modelo de superficie de respuesta (Ec. 9) para la descripción de la velocidad de crecimiento de los mohos y levaduras en función de la concentración de sorbato de potasio y benzoato de sodio, ambos factores resultaron altamente significativos ($p < 0,01$). Esta ecuación permite calcular la velocidad de crecimiento de los mohos y levaduras en función de la concentración de benzoato de sodio y sorbato de potasio al incluir los valores de concentración de los conservantes (ppm) en los términos correspondientes. El modelo se ajustó muy bien a los datos con un R^2 de 0,9836.

respectivamente. Zurera *et al.* (2004a) aplicaron el modelo de Baranyi y Roberts en la elaboración de un modelo de superficie de respuesta para predecir los parámetros de crecimiento de *Leuconostoc mesenteroides* bajo condiciones aeróbicas y anaeróbicas, obteniendo valores de 0,98 para el B_p , 1,16 para el A_f y un RCME de 0,028.

Tabla 3. Medidas de bondad de ajuste de los modelos de superficie de respuesta para la descripción de la tasa máxima de crecimiento de mohos y levaduras en función de la concentración de benzoato de sodio y sorbato de potasio.

Modelo de Superficie de Respuesta	R ²	RCME	B _f	A _f
Cuadrático	0,9836	3,1311×10 ⁻⁵	1,0005	1,0130

Dong *et al.* (2007) también usaron el modelo de Baranyi y Roberts en el ajuste de un modelo de superficie de respuesta para predecir los parámetros de crecimiento de esporas de *Clostridium sporogenes* bajo diferentes temperaturas y concentraciones de cloruro de sodio, obteniendo valores de 0,986 para el B_p, 1,012 para el A_f y un RCME de 0,001.

En otros estudios donde se ajustaron modelos de superficie de respuesta se obtuvieron valores de B_f y A_f similares a los reportados en este trabajo; Valik y Pieckova (2001) en su investigación sobre la resistencia

de mohos al incremento de la temperatura, observaron valores de B_f y A_f de 1,01 y 1,07 respectivamente.

Zurera *et al.* (2004b) describieron valores de B_f y A_f con rangos de 1,06 a 1,33 y de 1,17 a 1,37 respectivamente, en un modelo de superficie de respuesta para *S. aureus*, mientras que García *et al.* (2005) también obtuvieron parámetros de bondad de ajuste satisfactorios, reportando valores de 1,09 para el B_f y 1,27 para el A_f, respectivamente, en el desarrollo de un modelo de superficie de respuesta para *E. coli* O157:H7 a diferentes condiciones de temperatura, pH, concentraciones de nitrato y cloruro de sodio.

En virtud que los valores de los parámetros de la bondad de ajuste del modelo son muy cercanos a 1, es de esperarse que en la gráfica de observado frente al predicho (Figura 1) se observen puntos bastante cercanos a la línea de correspondencia, con desviaciones mínimas, que según Dong *et al.* (2007) se deben al error experimental y a la variabilidad de las muestras.

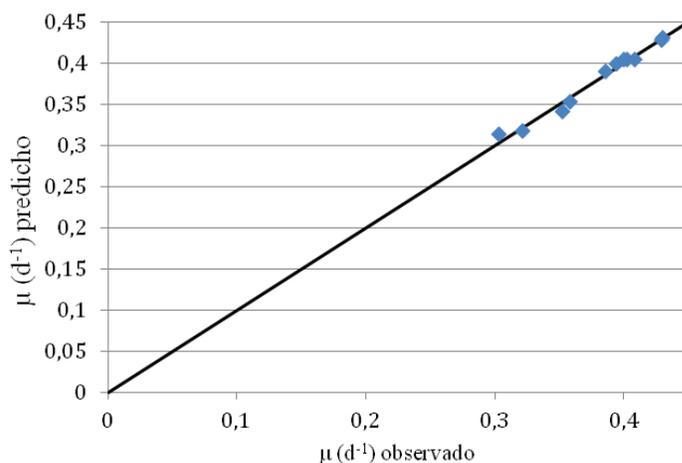


Figura 1. Gráfica de observado frente al predicho del modelo cuadrático de superficie de respuesta para describir el crecimiento de mohos y levaduras en función de la concentración de benzoato de sodio y sorbato de potasio.

Tiempo de vida útil microbiológico

En la Tabla 4 se observan la relación inversa que existe entre la velocidad de crecimiento, la concentración inicial de los mohos y levaduras y el tiempo de vida útil (TVU) de los melones recubiertos. El tiempo de vida útil del melón calculado con una concentración inicial de mohos y levaduras de 10³ UFC/g estuvo comprendido entre 6,97 a 9,57 d y el calculado con N₀ = 0 Log UFC/g obtuvo un rango de 13,95 a 19,14 d.

Según Millán *et al.* (2001), el melón por estar

en contacto con el suelo durante su cultivo posee una concentración de mohos y levaduras entre 10⁵ y 10⁶ UFC/g y después de ser cosechado y lavado la concentración de estos microorganismos disminuye hasta un valor comprendido entre 10² y 10³ UFC/g, de allí que, la predicción del tiempo de vida útil del melón debe hacerse tomando en cuenta que éste ya posee una carga microbiana considerable.

En la Tabla 4 también se puede observar, que al incrementar la concentración de ambos conservantes por igual se aumenta el TVU de los melones recubiertos, por

lo tanto, el tratamiento con 340 ppm de sorbato de potasio y 340 ppm de benzoato de sodio fue el que proporcionó el TVU más alto (9,57 d con $N_0 = 3$ Log UFC/g) y 19,14 d con $N_0 = 0$ Log UFC/g) para el alimento.

Tabla 4. Tasas máximas de crecimiento y tiempo de vida útil (TVU) calculadas con el modelo cuadrático de superficie de respuesta.

Sorbato de potasio – Benzoato de sodio (ppm)	μ (d ⁻¹)	TVU* (d) ($N_0 = 3$ Log UFC/g)	TVU* (d) ($N_0 = 2$ Log UFC/g)	TVU* (d) ($N_0 = 1$ Log UFC/g)	TVU* (d) ($N_0 = 0$ Log UFC/g)
(340 – 340)	0,3135	9,57	12,76	15,95	19,14
(400 – 200)	0,3175	9,44	12,60	15,75	18,90
(200 – 400)	0,3416	8,78	11,71	14,64	17,56
(340 – 60)	0,3533	8,49	11,32	14,15	16,98
(60 – 340)	0,3904	7,68	10,25	12,81	15,37
(200 – 0)	0,3984	7,53	10,04	12,55	15,06
(200 – 200)	0,4039	7,43	9,90	12,38	14,86
(0 – 200)	0,4273	7,02	9,36	11,70	14,04
(60 – 60)	0,4302	6,97	9,30	11,62	13,95

* $N_f = 10^6$ UFC/g.

Los resultados de esta investigación concuerdan con los obtenidos por diferentes autores, como Raybaudi *et al.* (2008) quienes evaluaron el tiempo de vida útil de melones recubiertos con diferentes conservantes y almacenados a 5 °C, obteniendo un tiempo de vida útil mayor de 21 d, calculado con base al crecimiento de mohos y levaduras ($N_f = 7$ Log UFC/g), y de Martínez y Peña (2009) quienes reportaron un TVU de 16,12 d ($N_0 = 1$ y $N_f = 6$ Log UFC/g) para melones con un recubrimiento comestible con base en gelatina y almacenados en refrigeración.

CONCLUSIONES

Los datos estimados con el modelo de Baranyi y Roberts de los melones recubiertos y almacenados en refrigeración se ajustaron al modelo cuadrático ($p = 0,0044$) de superficie de respuesta, obteniéndose un valor de R^2 de 0,9836. El TVU microbiológico de los melones recubiertos y almacenados en refrigeración fue mayor en el tratamiento 1 (340 ppm de benzoato de sodio y 340 ppm de sorbato de potasio).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALZAMORA E., GUERRERO S., NIETO A., IDALES S. 2004. Conservación de frutas y hortalizas mediante tecnologías combinadas. [Documento en línea]. Disponible: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/I008/y5771s/y5771s00.pdf>. [Consulta: 14-11-10].
- BAERT K., VALERO A., DE MEULENAER B., SAMAPUNDO, S., MORSHED M., BO L., DEBEVERE J., DEVLIEGHIERE F. 2007. Modeling the effect of temperature on the growth rate and lag phase of *Penicillium expansum* in apples. *Int. J. Food Microbiol.* 118(1): 139–150.
- BEUCHAT L. 1991. Comparison of the Petrifilm^{MR} yeast and mold culture film method to conventional methods for enumerating yeast and mold in foods. *J. Food Protect.* 54(6): 21–25.
- CABEZA E. 2008. Aplicación de la microbiología predictiva en la determinación de la vida útil de los alimentos. Departamento de Microbiología de la Universidad de Pamplona. Facultad de Ciencias Básicas. [Documento en línea]. Disponible: <http://enalcahe.googlepages.com/UsodelaMicrobiologiaPredictivaparaest.pdf>. [Consulta: 10-01-11].
- CORDEIRO A., WILANE R., ARRAES M., ELESBÁO A., MOREIRA M., MACHADO P. 2007. Efeito do tipo de corte nas características físico-químicas e microbiológicas do melão “Cantaloupe” (*Cucumis melo* L. Híbrido hy-Mark) minimamente processado. *Ciênc. Agrotec.* 31 (4): 132–136.
- COVENIN. 1989. Identificación y preparación de muestras para análisis microbiológicos. Norma N° 1126. Fondo para la Normalización. Caracas, Venezuela.
- DONG Q., KANG T., GUO L., LI H., ZHAO Y. 2007. Response surface model for prediction of growth parameters from spores of *Clostridium sporogenes* under different experimental conditions. *Food Microbiol.* 24(1): 624–632.
- GARCÍA R., BARCO E., RINCÓN F., ZURERA G. 2005. Response surface model for estimation for *Escherichia coli* O157:H7 growth under different experimental conditions. *J. Food Sci.* 708(1): 30–36.
- HERRERA R., VIERIA A., NICOLLETTI V., TELIS-ROMERO J., YAMASHITA F. 2005. Aplicação de revestimento comestível em abacaxis processados por métodos combinados: isoterma de sorcao e cinética de desidratacao osmótica. *Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas.* 25(2): 285–290.
- INFOAGRO. 2008. El cultivo del melón. [Página Web en línea]. Disponible: <http://www.infoagro.com/>

- frutas/frutas_tradicionales/melon.htm. [Consulta: 27-10-10].
- LI H., XIE W., EDMONSON A. 2007. Evolution and limitations of primary mathematical models in predictive microbiology. *British Food J.* 109(8): 608-626.
- LORENZ A. 2008. Melon of dew oh honey. Access Science McGraw-Hill's. [Documento en línea]. Disponible: <http://accessscience.com/content.aspx?id=32>. [Consulta: 2-11-10].
- MARTÍNEZ A., PEÑA E. 2009. Evaluación del efecto de un recubrimiento comestible a base de gelatina en melones (*Cucumis melo* L. variedad Cantaloupe) cortados y almacenados en refrigeración. Trabajo de pregrado. Universidad de Oriente. Escuela de Ciencias Aplicadas del Mar. Boca del Río, Venezuela.
- MCDONALD K., SUN D. 1999. Predictive Food microbiology for the meat industry: A review. *Int. J. Food Microbiol.* 52(1): 1 – 27.
- MILLÁN F., LÓPEZ S., ROA V., TAPIA M., CAVA R. 2001. Estudio de la estabilidad microbiológica del melón (*Cucumis melo* L) mínimamente procesado por impregnación al vacío. *Arch. Latin. Nutr.* 51(2): 173 – 179.
- PETIT J., BRINGAS E., MERCADO J., GARCÍA J., GONZÁLEZ E., TRONCOSO R., BÁEZ R. 2004. Efecto del calcio y cera comestible en la calidad de mangos “Kent” durante el almacenamiento. *Rev. Fac. Agron.* 21 (1): 351 – 358.
- RAYBAUDI R., MOSQUEDA J., MARTÍN B. 2008. Edible alginate-based coating as carrier of antimicrobials to improve shelf-life and safety of fresh-cut melon. *Int. J. Food Sci.* 121(1): 313 – 327.
- ROJAS M., TAPIA M., MARTÍN O. 2008. Using polysaccharide-based edible coatings to maintain quality of fresh – cut Fuji apples. *LWT.* 41(1): 139 – 147.
- ROSS T. 1996. Indices for performance evaluation of predictive models in food microbiology. *J. Appl. Bacteriol.* 81(1): 501 – 508.
- ROSS E., TAUB I., DOONA C., FEEHERRY F., KUSTIN K. 2005. The mathematical properties of the quasi-chemical model for microorganism growth-death kinetics in foods. *Int. J. Food Microbiol.* 99(1): 157 – 171.
- SMITH J., HONG L. 2003. Food additives data book, Blackwell Science Ltd., Reino Unido, pp. 210.
- SUSLOW T., CANTWELL M., MITCHELL J. 2002. Melón Cantaloupe (Chino o de Red): recomendaciones para mantener la calidad postcosecha. UCDAVIS Postharvest Technology. [Documento en línea]. Disponible: <http://postharvest.ucdavis.edu/roduce/ProduceFacts/Espanol/MelonCantaloe.shtml>. [Consulta: 2-11-10].
- TREJO M., RAMOS K., PÉREZ C. 2007. Efecto de la aplicación de un recubrimiento comestible a base de gelatina sobre la calidad de fresa (*Fragaria vesca* L) almacenada en refrigeración. [Documento en línea]. Disponible: <http://www.horticom.com/pd/imagenes/68/180/68180.pdf>. [Consulta: 16-09-10].
- VALIK L., PIECKOVA E. 2001. Growth modelling of heat-resistant fungi: The effect of water activity. *Int. J. Food Microbiol.* (63): 11 – 17.
- WEISBERG S. 2005. Applied linear regression 3ra ed., Wiley – Interscience, New Jersey, Estados Unidos de América, pp. 127.
- YU C. 2004. Películas comestibles. [Documento en línea]. Disponible: http://catarina.udlap.mx/lu_dLaltales/documentos/lialyupa/capitul0000000004.pdf. [Consulta: 27-10-10].
- ZURERA G., GARCÍA R., RODRÍGUEZ R., HERVÁS C. 2004a. Performance of response surface model for prediction of *Leuconostoc mesenteroides* growth parameters under different experimental conditions. *Food Control.* 17(1): 429 – 438.
- ZURERA G., CASTILLEJO A., GARCÍA R., RINCÓN F. 2004b. Response surface vs. Davey model for the estimation of *Staphylococcus aureus* growth under different experimental conditions. *J. Food Protec.* 67(1): 1138 – 1145.